

Pengaruh Waktu Ekstraksi Dengan Menggunakan Metode *Ultrasonic Assisted Extraction* (UAE) Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Duwet (*Syzygium cumini*)

The Effect Of Extraction Time With The Ultrasonic Assisted Extraction (UAE) Method on Antioxidant Activity Of The Duwet Leaf Extract (Syzygium cumini)

Clara Vita Marlina Kristina¹, N.L.A. Yusasrini¹, Ni Made Yusa¹

Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana
Kampus Bukit Jimbaran, Badung – Bali

*Penulis korespondensi: ariyusasrini@unud.ac.id

Abstract

This research aims to determine the effect of extraction time on the antioxidant activity of duwet leaf extract and which can produce the highest antioxidant activity in duwet leaf extract. The design used in this study was a Completely Randomized Design (CRD) with treatment consisting 6 levels; 5 minutes, 10 minutes, 15 minutes, 20 minutes, 25 minutes, and 30 minutes which was repeated 3 times so that it is obtained 18 experimental units. The parameters observed were yield, total phenol, total flavonoids, and antioxidant activity. The data obtained were analyzed using variance and if there was a significant effect on the treatment of the observed variables, it was continued with the Duncan Multiple Range Test (DMRT). The results showed that the extraction time of duwet leaf extraction using the Ultrasonic Assisted Extraction method had a significant effect on total phenol, total flavonoids, and antioxidant activity of duwet leaves. The best results were obtained at the extraction time of 25 minutes which has strong antioxidant activity based on the IC₅₀ value of 99.74 ppm, yield 30.24%, total phenol 445.78 mg GAE/g, and total flavonoids 48.90 mg QE/g.

Keywords : *duwet leaves, extraction time, antioxidant*

PENDAHULUAN

Tumbuhan duwet (*Syzygium cumini*) adalah pohon yang dapat tumbuh di wilayah tropis dan termasuk dalam keluarga Myrtaceae. Daun duwet merupakan salah satu bagian dari tumbuhan duwet yang dapat dimanfaatkan menjadi pangan untuk kesehatan. Daun duwet dapat diolah menjadi jus daun duwet yang dimanfaatkan sebagai penawar racun opium, jus daun duwet yang dicampur dengan susu dapat mencegah penyakit diabetes, daun duwet muda yang digiling menjadi pasta dengan susu kambing dapat mengobati gangguan pencernaan, dan

teh daun duwet yang berasal dari rebusan air duwet dapat mencegah penyakit diabetes (Sowjanya *et al.*, 2013). Menurut beberapa penelitian daun duwet memiliki kandungan seperti karbohidrat, saponin, minyak atsiri, gum, glikosida, triterpenoid atau steroid, tanin, alkaloid 56,47 mg KE/g, fenol 151,27 mg GAE/g, dan flavonoid 48,38 mg QE/g (Prabhakaran *et al.*, 2011; Rohmaniyah., 2017; Septiani., 2018). Berdasarkan hasil laporan Septiani (2018) menunjukkan daun duwet yang diekstrak dengan etanol memiliki aktivitas antioksidan sebesar IC₅₀ 13,54µg/mL.

Antioksidan adalah senyawa kimia yang dapat menghambat atau mengurangi radikal bebas atau stress oksidatif (Silalahi., 2018). Antioksidan dapat berperan penting dalam mempertahankan mutu, mencegah ketengikan, perubahan nilai gizi, warna dan aroma, serta kerusakan fisik lainnya yang disebabkan oleh reaksi radikal bebas yaitu reaksi oksidasi. Untuk memanfaatkan antioksidan pada daun duwet dapat dilakukan dengan ekstraksi yaitu maserasi, soxhlet, perkolasi, reflux, MAE, dan UAE. Salah satu metode ekstraksi yang dapat dipergunakan yaitu metode Ultrasonic Assisted Extraction (UAE) (Xu *et al.*, 2016).

Metode Ultrasonic Assisted Extraction (UAE) merupakan metode ekstraksi yang menggunakan prinsip kavitasi akustik untuk memproduksi gelembung spontan (kavitasi) dalam fase cair dibawah titik didihnya dan akan merusak dinding sel sehingga pelarut dapat masuk ke dalam bahan. Metode UAE memiliki kelebihan dibandingkan metode ekstraksi maserasi yaitu dapat meningkatkan penetrasi dari cairan menuju dinding sel (Kanifah *et al.*, 2015), laju perpindahan massa lebih cepat (Hartuti *et al.*, 2013), meningkatkan hasil ekstraksi, penggunaan suhu yang rendah, volume pelarut yang sedikit, dan waktu yang singkat (Dey dan Rathod., 2013).

Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi ekstraksi dengan metode UAE yaitu waktu ekstraksi (Xu *et al.*, 2016). Penggunaan waktu yang lama pada metode UAE dapat meningkatkan suhu larutan sehingga mempercepat oksidasi antioksidan dan ekstrak yang diperoleh rendah (Sholihah, 2016).

Menurut Ibrahim *et al* (2015) proses ekstraksi UAE dengan menggunakan waktu ekstraksi yang terlalu lama dan melebihi batas optimum dapat menyebabkan senyawa bioaktif akan mengalami perubahan struktur kimia. Hal ini disebabkan karena terjadinya proses oksidasi, sehingga ekstrak yang diperoleh rendah. Sedangkan, waktu ekstraksi yang terlalu singkat menyebabkan tidak semua senyawa bioaktif terekstrak dari bahan (Widyasanti *et al.*, 2008). Hasil penelitian Sekarsari *et al* (2019) melaporkan bahwa ekstrak daun jambu biji dengan menggunakan metode UAE pada suhu 45°C dengan waktu 20 menit memberikan hasil yang tertinggi dengan nilai rendemen 16,26%, total fenol 331,77 mg GAE/g, total flavonoid 637,33 mg QE/g, total tanin 583,75 mg TAE/g dan aktivitas antioksidan berdasarkan nilai IC50 3,55 mg/L. Hasil penelitian Juniarti *et al* (2017) menunjukkan bahwa kadar flavonoid dan aktivitas antioksidan yang tinggi didapatkan pada ekstrak daun jati yang diekstraksi selama 30 menit menggunakan metode UAE dengan pelarut ethanol 70% dan ratio bahan : pelarut yaitu 1:5.

Penggunaan pelarut etanol 70% sering digunakan dalam proses ekstraksi dikarenakan merupakan pelarut dengan harga yang murah, mudah diperoleh dan memiliki tingkat kepolaran yang sama dengan senyawa atau zat bioaktif, sehingga tepat digunakan untuk mengekstrak senyawa fenolik dan flavonoid (Noviyanti., 2016). Berdasarkan pada penelitian Noviyanti (2016) menunjukkan daun jambu brazil batu (*Psidium guineense* L.) yang diekstraksi dengan etanol 70% memperoleh aktivitas

antioksidan dengan nilai IC50 sebesar 4,68 ppm. Oleh sebab itu, perlu dilakukan penelitian mengenai waktu ekstraksi yang tepat untuk mengetahui pengaruh waktu ekstraksi terhadap aktivitas antioksidan ekstrak daun duwet dan yang dapat menghasilkan aktivitas antioksidan tertinggi pada ekstrak daun duwet.

METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengolahan Pangan, Analisis Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana yang beralamat di Jalan P.B. Sudirman, Denpasar, di UPT Laboratorium Biosains dan Bioteknologi Universitas Udayana, Bukit Jimbaran, dan Laboratorium Analitik Universitas Udayana, Bukit Jimbaran. Pelaksanaan penelitian ini dilakukan mulai bulan September 2020 sampai dengan bulan November 2020

Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun duwet petikan daun 1 – 4 dengan kriteria berwarna hijau dan tidak ada kerusakan fisik. Daun duwet diperoleh dari Bukit Jimbaran, Badung. Bahan kimia dan reagen yang digunakan dalam melakukan proses ekstraksi dan analisa yaitu Asam galat, Quercetin, Etanol (EMSURE), Aquades, Folin-Ciocalteu Reagent, Sodium Carbonate (Na_2CO_3), Alumunium Chloride Hexahydrate ($\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), dan *2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl* (DPPH).

Alat yang digunakan dalam pembuatan bubuk dan ekstrak adalah baskom, timbangan (*Kern PCB*), oven, blender, ayakan 60 mesh, Gelas Erlenmeyer, Ultrasonic Bath Cleaner (*Branson*), Alumunium Foil, Sendok, Kertas Whatman No. 1, Corong, *Rotary Evaporator*, dan gelas kaca gelap. Peralatan yang digunakan untuk analisis kimia adalah timbangan analitik (*Shimadzu ATY224*), Sentrifugasi (*Damon IEC Division*), Vortex (*Maxi Mix II Type 367000*) Tabung Reaksi (*Pyrex*), Rak Tabung Reaksi, Gelas Ukur 100 mL (*Pyrex*), Gelas Beker 50 mL (*Pyrex*), Kaca Arloji, Kertas Saring, Mikropipet (*Dragon Lab*), Pipet Volume 5 mL (*Iwaki*), Bola Penghisap, dan Spektrofotometer UV-Vis (*Biochrome SN 133467*).

Rancangan Penelitian

Rancangan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan waktu ekstraksi yang terdiri dari 6 taraf antara lain 5 menit (T1), 10 menit (T2), 15 menit (T3), 20 menit (T4), 25 menit (T5), dan 30 menit (T6). Masing – masing perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 18 unit percobaan. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan sidik ragam, dan apabila terdapat pengaruh perlakuan terhadap parameter yang diamati maka akan dilanjutkan dengan *Duncan Multiple Range Test* (Steel dan Torrie., 1993).

Pelaksanaan Penelitian

Pembuatan Bubuk Daun Duwet

Daun duwet sebanyak 5 kg, dicuci bersih dengan menggunakan air mengalir dan dikeringkan dengan oven pada suhu 50°C selama 24 jam yang

dimodifikasi. Daun duwet yang sudah kering ditandai dengan ketika daun diremas akan bergemerisik dan berubah menjadi serpihan (Herawati *et al.*, 2012). Daun duwet yang sudah kering selanjutnya dihaluskan dengan blender dan diayak menggunakan ayakan 60 mesh agar diperoleh bubuk daun duwet yang homogen (Sekarsari *et al.*, 2019).

Pembuatan Ekstrak Daun Duwet

Pembuatan ekstrak daun duwet menggunakan metode Juniarti *et al* (2017) yang dimodifikasi. Bubuk daun duwet ditimbang sebanyak 50 gram, dimasukkan ke dalam botol gelap, kemudian ditambahkan pelarut ethanol 70% dengan perbandingan bahan : pelarut yaitu 1:5. Kemudian diekstraksi dengan ultrasonic bath cleaner frekuensi 40 KHz selama 5, 10, 15, 20, 25, 30 menit. Filtrat yang didapatkan, lalu disaring dengan kertas saring whatman no. 1 dan filtratnya diuapkan dengan *rotary evaporator* dengan suhu 70°C sehingga diperoleh ekstrak daun duwet.

Parameter yang diamati

Parameter yang diamati meliputi rendemen bubuk, rendemen ekstrak (Juniarti *et al.*, 2017), total fenol menggunakan metode Spektrofotometri (Sakanaka *et al.*, 2005), total flavonoid metode Spektrofotometri (Rosari *et al.*, 2018), dan aktivitas antioksidan metode DPPH (Haerani *et al.*, 2019).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen Bubuk

Hasil rendemen bubuk didapatkan dari perbandingan antara berat bubuk daun duwet sebesar

1009 gram dengan berat daun segar sebesar 5000 gram dan hasilnya akan menggunakan satuan persentase (%). Oleh sebab itu, rendemen bubuk daun duwet yang diperoleh sebesar 20,18%.

Hasil Analisis Ekstrak Daun Duwet

Hasil analisis rendemen ekstrak, total fenol, total flavonoid, dan aktivitas antioksidan dari ekstrak daun duwet dapat dilihat pada Tabel 1.

Rendemen Ekstrak

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa waktu ekstraksi dengan metode *Ultrasonic Assisted Extraction* berpengaruh tidak nyata ($P>0,05$) terhadap nilai rendemen ekstrak daun duwet yang nilai rata – rata rendemen dapat dilihat pada Tabel 1. Menurut Kanifah *et al* (2015), hal ini kemungkinan disebabkan karena rentang waktu yang digunakan pada penelitian terlalu singkat antar perlakuan sehingga waktu kontak antara bahan dengan pelarut yang terkena paparan gelombang ultrasonik terjadi secara singkat dengan energi panas yang dihasilkan gelombang ultrasonik rendah, menyebabkan sedikitnya sel yang pecah sehingga senyawa yang diekstrak oleh pelarut dari matriks sel sedikit dan massa ekstrak tinggi karena pelarut sedikit menguap.

Total Fenol

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa waktu ekstraksi dengan metode *Ultrasonic Assisted Extraction* berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap total fenol ekstrak daun duwet. Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai rata – rata tertinggi dari total fenol ekstrak daun duwet terdapat pada perlakuan T5 yaitu waktu ekstraksi 25 menit sebesar 445,78 mg GAE/g, sedangkan nilai rata – rata

terendah terdapat pada perlakuan T1 yaitu waktu ekstraksi 5 menit dengan kadar sebanyak 279,33 mg GAE/g yang tidak berbeda nyata dengan waktu ekstraksi 10, 15, 20, dan 30 menit. Hal ini menurut Sholihah (2016), efek dari ultrasonik yang dapat menyebabkan semakin tipisnya lapisan dinding sel dan meningkatkan kemampuan penetrasi pelarut sehingga menyebabkan pelarut dapat menarik zat – zat kimia seperti total fenol yang terdapat dalam sel.

Waktu ekstraksi yang terbaik untuk menghasilkan kadar total fenol ekstrak daun duwet adalah waktu 25 menit. Menurut Sekarsari *et al* (2019), daun jambu biji yang diekstrak dengan waktu ekstraksi 20 menit yang merupakan waktu optimum, memiliki total fenol tertinggi dan mengalami penurunan total fenol pada waktu 30 menit.

Tabel 1. Nilai Rata – Rata Rendemen Ekstrak, Total Fenol (bk), Total Flavonoid (bk), dan Aktivitas Antioksidan Berdasarkan Nilai IC50 dari Ekstrak Daun Duwet.

Perlakuan (Menit)	Rendemen Ekstrak (%)	Total Fenol (mg GAE/g)	Total Flavonoid (mg QE /g)	Aktivitas Antioksidan (ppm)
T1 (5)	23,98±0,88 ^a	279,33±73,10 ^b	30,97±6,43 ^c	118,00±9,72 ^a
T2 (10)	25,27±8,92 ^a	305,28±41,88 ^b	35,31±4,10 ^{bc}	111,45±5,63 ^{ab}
T3 (15)	25,88±8,00 ^a	306,77±86,64 ^b	38,42±10,28 ^{bc}	107,15±2,04 ^{bc}
T4 (20)	29,77±10,69 ^a	329,73±14,98 ^b	43,20±2,11 ^{ab}	103,92±7,68 ^{bc}
T5 (25)	30,24±8,56 ^a	445,78±9,08 ^a	48,90±1,06 ^a	99,74±3,27 ^c
T6 (30)	28,94±2,21 ^a	347,72±13,26 ^b	45,10±2,62 ^{ab}	105,15±1,64 ^{bc}

Keterangan : Huruf yang berbeda dibelakang nilai rata – rata pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata (P<0,05)

Total Flavonoid

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa waktu ekstraksi dengan metode *Ultrasonic Assisted Extraction* berpengaruh nyata (P<0,05) terhadap total flavonoid ekstrak daun duwet. Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai rata – rata tertinggi dari total flavonoid ekstrak daun duwet terdapat pada perlakuan T5 yaitu waktu ekstraksi 25 menit sebesar 48,90 mg QE/g yang tidak berebda nyata dengan waktu ekstraksi 20, dan 30 menit; sedangkan nilai rata – rata terendah terdapat pada perlakuan T1 yaitu waktu ekstraksi 5 menit dengan kadar sebanyak

30,97 mg QE/g yang tidak berbeda nyata dengan waktu ekstraksi 10, dan 15 menit.

Berdasarkan hasil tersebut, hal ini dikarenakan waktu kontak antara bahan dengan pelarut lebih lama dan intensif dapat menyebabkan terjadinya difusi komponen kimia yang dibantu oleh gelombang ultrasonik. Gelombang ultrasonik dapat merusak lapisan dinding sel sehingga mempermudah penetrasi pelarut yang lebih besar ke dalam sel, sehingga pelarut lebih mudah untuk menarik zat – zat kimia dan meningkatkan hasil dari total flavonoid (Brennan., 2006). Namun, kadar total flavonoid

mengalami penurunan ketika waktu ekstraksi sudah melewati waktu optimal. Menurut Silva *et al* (2007), total flavonoid akan menjadi konstan dan dapat mengalami penurunan jika kondisi kesetimbangan telah tercapai pada ekstrak daun duwet (Buanasari *et al.*, 2019).

Aktivitas Antioksidan Berdasarkan Nilai IC50

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa waktu ekstraksi dengan metode *Ultrasonic Assisted Extraction* berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap nilai aktivitas antioksidan ekstrak daun duwet. Nilai rata – rata aktivitas antioksidan dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai rata – rata terendah dari aktivitas antioksidan ekstrak daun duwet terdapat pada perlakuan T5 yaitu waktu ekstraksi 25 menit yang menghasilkan nilai IC50 sebesar 99,74 ppm, sedangkan nilai rata – rata tertinggi terdapat pada perlakuan T1 yaitu waktu ekstraksi 5 menit yang menghasilkan nilai IC50 sebesar 118,00 ppm. Hal ini berarti nilai rata – rata terendah yang mampu sebagai aktivitas antioksidan yang paling baik dalam menghambat radikal bebas.

Hasil tersebut menunjukkan semakin lama waktu ekstraksi hingga waktu 25 menit yang diberikan maka akan mengalami peningkatan pada aktivitas antioksidan berdasarkan nilai IC50. Hal ini disebabkan karena senyawa yang bersifat antioksidan seperti total fenol, dan total flavonoid mengalami peningkatan kadar pada waktu 25 menit. Hal ini juga didukung dengan beberapa penelitian yang menyatakan bahwa fenol dan flavonoid memberikan pengaruh terhadap aktivitas antioksidan yang di mana atom hydrogen dari donor fenol dan

flavonoid akan mengalami pemisahan dan menghasilkan senyawa non radikal difenilpikrilhidrazin yang akan ditunjukkan dengan adanya perubahan warna (Lebeau *et al.*, 2000; Molyneux., 2004). Namun, setelah mencapai kondisi yang optimum, maka aktivitas antioksidan akan mengalami penurunan yang selaras dengan penurunan senyawa yang bersifat antioksidan (Sekarsari *et al.*, 2019).

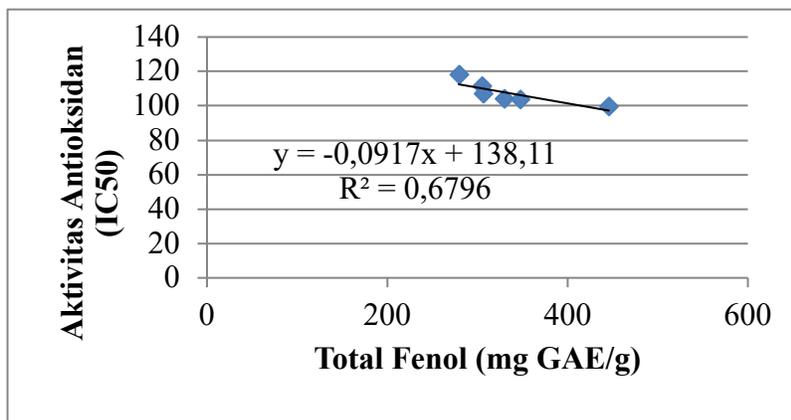
Menurut Molyneux (2004), nilai IC50 merupakan konsentrasi dari suatu zat antioksidan yang dapat menghambat radikal bebas sebanyak 50%. Nilai IC50% diklasifikasikan menjadi beberapa kategori antioksidan seperti $100 < IC50\% < 150$ ppm termasuk dalam kategori sedang, $50 < IC50\% < 100$ ppm termasuk dalam kategori kuat, dan $IC50\% < 50$ ppm termasuk dalam kategori sangat kuat (Yoga., 2018). Ekstrak dari daun duwet memiliki nilai IC50 yaitu $50 < IC50 < 150$ ppm, yang berarti memiliki aktivitas antioksidan kuat hingga sedang. Nilai IC50 ekstrak daun duwet yang terbaik terdapat pada perlakuan T5 yaitu 25 menit yang memiliki nilai IC50 sebesar 99,74 ppm yang termasuk dalam kategori aktivitas antioksidan kuat.

Korelasi Antara Total Fenol, Total Flavonoid, dan Aktivitas Antioksidan Berdasarkan IC50

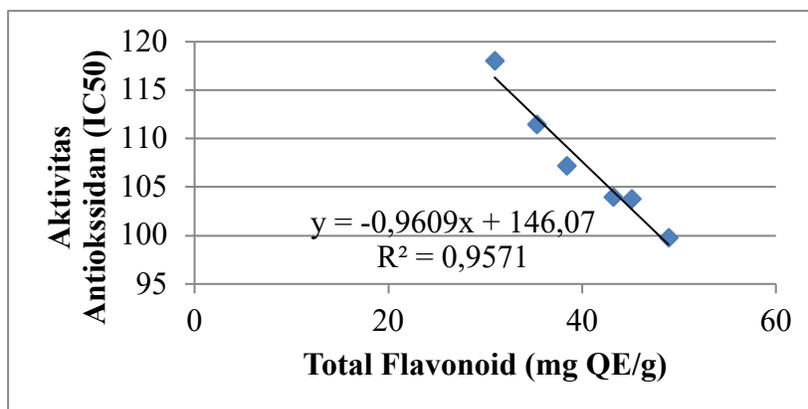
Berdasarkan hasil analisis aktivitas antioksidan terdapat hubungan antara aktivitas antioksidan (IC50) dengan kandungan total fenol ekstrak daun duwet (Gambar 2) yang mempunyai persamaan linier $y = -0,0917x + 138,11$ dengan koefisien korelasi (R^2) = 0,6796. Hasil ini berarti aktivitas antioksidan dipengaruhi oleh total fenol

sebesar 67,96% dari kandungan total fenol masing – masing ekstrak. Kandungan total flavonoid juga memiliki hubungan dengan aktivitas antioksidan berdasarkan nilai IC50 yang terdapat pada Gambar 4. Pada kurva korelasi terdapat persamaan linier $y = -0,9609x + 145,07$ dengan koefisien korelasi (R^2) = 0,9571. Hasil ini berarti aktivitas antioksidan dipengaruhi oleh total flavonoid sebesar 95,71% dari kandungan total flavonoid masing – masing ekstrak.

Penelitian mengenai korelasi antara aktivitas antioksidan (IC50) dengan kandungan total fenol dan total flavonoid pernah dilakukan oleh Nur *et al* (2019) untuk ekstrak dan fraksi daun jati putih yang menggunakan analisis aktivitas antioksidan dengan metode DPPH memiliki tingkat keeratan hubungan hanya sebesar 50% saja.



Gambar 1. Kurva Korelasi Antara Kandungan Total Fenol Dengan Aktivitas Antioksidan



Gambar 2. Kurva Korelasi Antara Kandungan Total Flavonoid Dengan Aktivitas Antioksidan

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa perlakuan waktu ekstraksi daun duwet berpengaruh nyata terhadap kadar total fenol, kadar total flavonoid, dan aktivitas antioksidan. Waktu ekstraksi 25 menit menghasilkan ekstrak daun duwet dengan aktivitas antioksidan dengan IC50 99,74 ppm, rendemen ekstrak 30,24%, kadar total fenol 445,78 mg GAE/g, dan kadar total flavonoid 48,90 mg QE/g.

DAFTAR PUSTAKA

- Brennan, J.G. 2006. Food Processing Handbook. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. Weinheim, Germany.
- Buanasari., Y. Febriyanto., Cholifah., dan A. Chakim. 2019. Potensi metode ultrasonic-assisted extraction (UAE) dalam mengekstrak senyawa aktif dari bahan alam. Jurnal Farmasi & Sains Indonesia. 2(1) : 106 – 112.
- Dey, S. dan V.K. Rathod. 2013. Ultrasound assisted extraction of β -carotene from *Spirulina platensis*. Ultrasonics-Sonochemistry. 20(1): 271 – 276.
- Haerani, A., A.Y. Chaerunisa., dan A. Subarnas. 2019. Antioxidant activities of *Muntingia calabura*, *Syzygium cumini*, *Ocimum basilicum*, and *Eleutherine bulbosa* using DPPH method. Indonesian Journal of Pharmaceutics. 1(2) : 57 – 61.
- Hartuti, S., dan M.D. Supardan. 2013. Optimasi ekstraksi gelombang ultrasonik untuk produksi oleoresin jahe (*Zingiber officinale* Roscoe) menggunakan response surface methodology (RSM). Agritech. 33(4): 415 – 423.
- Herawati, D., L. Nuraida., dan Sumarto. 2012. Cara Produksi Simplisia Yang Baik : Seafast Center.
- Ibrahim, A.M., Yuniarta., dan F.H. Sriherfyna. 2015. Pengaruh suhu dan lama waktu ekstraksi terhadap sifat kimia dan fisik pada pembuatan minuman sari jahe merah dengan kombinasi penambahan madu sebagai pemanis. Jurnal Pangan dan Agroindustri. 3(2) : 530 – 541.
- Juniarti, I.B., A. Santoso., dan A.S. Razak. 2017. Ekstraksi senyawa flavonoid daun jati (*Tectona grandis* L.) dengan metode ultrasonik (kajian rasio bahan : pelarut dan lama ekstraksi). Media Farmasi Indonesia. 12(2) : 1259 – 1266.
- Kanifah, U., M. Lutfi., dan B. Susilo. 2015. Karakterisasi ekstrak daun sirih merah (*Piper crocatum*) dengan metode ekstraksi non-thermal berbantuan ultrasonik (kajian perbandingan jenis pelarut dan lama ekstraksi). Jurnal Bioproses Komoditas Tropis. 3(1) : 73 – 79.
- Lebeau, J., C. Furman., J.L. Bernier., P. Duriez., E. Teissier., dan N. Cotelte. 2000. Antioxidant properties of di-tert-butylhydroxylated flavonoids. Journal Of Free Radical Biology & Medicine. 29(9) : 900 – 912.
- Molyneux, P. 2004. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. J. Sci. Technol. 26(2) : 211 – 219.
- Noviyanti. 2016. Pengaruh kepolaran pelarut terhadap aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun jambu brazil batu (*Psidium guineense* L.) dengan metode DPPH. Jurnal Farmako Bahari. 7(1) : 29 – 35.
- Nur, S., F.J. Sami., W. R., A. Awaluddin., dan M.I.A. Afsari. 2019. Korelasi antara kadar total flavonoid dan fenolik dari ekstrak dan fraksi daun jati putih (*Gmelina arborea* Roxb.) terhadap aktivitas antioksidan. Jurnal Farmasi Galenika. 5(1) : 33 – 42.
- Prabhakaran, S., K.M. Gothandam., dan K. Sivashanmugan. 2011. Phytochemical and antimicrobial properties of *Syzygium cumini* an ethanomedical plant of Javadhu hills. Research in Pharmacy. 1(1) : 22-32.
- Rohmaniyah, K.F. 2017. Penentuan Model Klasifikasi Dan Kandungan Fitokimia Ekstrak Metanol Daun Juwet (*Syzygium cumini*) Di Madura, Jember, Dan Malang Menggunakan Metode NIR Dan Kemometri. Skripsi. Dipublikasikan. Fakultas Farmasi Universitas Jember, Jember.
- Rosari, A.V., A.S. Duniaji., dan K.A. Nociantri. 2018. Uji fitokimia ekstrak bunga lawang (*Illicium verum* Hook.F) dan daya hambatnya terhadap *Staphylococcus aureus*. Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan. 7(4) : 148 – 155.
- Sakanaka, S., Y. Tachibana., dan Y. Okada. 2005. Preparation and antioxidant properties of extracts of *Japanese persimmon* leaf tea (kakinoha-cha). Journal Food Chemistry. 89 : 569 – 575.
- Sekarsari, S., I.W.R. Widarta., A.A.G.N.A Jambe. 2019. Pengaruh suhu dan waktu ekstraksi dengan gelombang ultrasonik terhadap aktivitas

- antioksidan ekstrak daun jambu biji (*Psidium guajava* L.). Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan. 8(3) : 267 – 277.
- Septiani, R. 2018. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Dan Fraksi Daun Jamblang (*Syzygium cumini* L.) Dengan Metode DPPH. Skripsi. Dipublikasikan. Fakultas Farmasi Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Sholihah, M. 2016. Ultrasonic-Assisted Extraction Antioksidan dari Kulit Manggis. Tesis. Dipublikasikan. Sekolah Pasca Sarjana IPB, Bogor.
- Silalahi, M. 2018. Jamblang (*Syzygium cumini* (L.) dan bioaktivitasnya. Jurnal Terpadu Ilmu Kesehatan. 7(2) : 124 – 132.
- Silva, E. M., H. Rogez., dan Y. Larondelle. 2007. Optimization of extraction of phenolics from *Inga edulis* leaves using response surface methodology. Separation and Purification Technology. 55(3) : 381- 387.
- Sowjanya, K.M., J. Swathi., K. Narendra., dan A.K. Satya. 2013. A review on phytochemical constituents and bioassay of *Syzygium cumini*. International Journal of Natural Product Science. 3(2) : 1 – 11.
- Steel, R.G.D., dan J. H. Torrie. 1993. Prinsip Dan Prosedur Statistika. Terjemahan Bambang Sumantri. Gramedia, Jakarta.
- Widyasanti, A., N. Nurlaily., dan E. Wulandari. 2008. Karakteristik fisikokimia antosianin ekstrak kulit buah naga merah menggunakan metode UAE. Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem. 6(1): 27 – 38.
- Xu, D.P., Y. Zhou., J. Zheng., S. Li., A.N. Li., dan H.B. Li. 2016. Optimization of ultrasound-assisted extraction of natural antioxidants from the flower of *Jatropha Integerrima* by response surface methodology. Molecules. 21(1): 1 – 12.
- Yoga, I.B.K.W. 2018. Analisis Senyawa Kimia Daun Kacaping. Plantaxia, Yogyakarta.